

陕西太白双王金矿八号矿体品位指标的优化*

田家华 李万亨

(中国地质大学科技开发公司, 武汉, 430074)

加强低品位金矿床勘查与开发的技术经济合理性研究, 已被提到议事日程上来了。合理品位指标的制定则是低品位金矿床勘查与开发技术经济合理性研究中一项十分重要的课题。通过低品位金矿床合理品位指标的研究, 不仅可以重新认识和评价我国的黄金矿产资源, 而且也是国家最大限度回收和利用黄金矿产资源的战略性措施。陕西省太白县双王金矿为一大型低品位含金角砾岩型金矿, 已圈出大小矿体 24 个, 其中八号矿体规模最大。为了满足国家对黄金生产的急需, 陕西黄金公司于 1986 年下达了陕西省太白县太白金矿(双王金矿)八号矿体露采工业指标。随着近几年来国家对黄金价格的不断调整、堆浸技术的广泛应用、矿山建设方案的改变(由露采改为坑采)以及八号矿体 1270 m 标高以下及西部大量低品位矿石的发现, 使得原定的品位指标难以适应目前矿山生产建设的需要。如何尽快制定八号矿体合理的品位指标是该矿急待解决的问题之一, 通过研究得出如下结论:

1) 矿床勘查与评价用以圈定矿体、计算储量的金矿品位指标是一个经济、动态指标。它应随着矿山开发条件、采选技术条件、矿产品市场价格等因素的变化而变化。西方国家的矿业公司, 为了获得最大的利润, 经常调整品位指标。我国金矿品位指标一经上级主管部门下达后几十年不变, 且多是用简单的类比法确定的。在制定品位指标的方法上, 往往用静态法确定, 未考虑时间因素和用动态法研究品位指标。这些远远适应不了我国对黄金矿产勘查和开发生产的需要。

2) 品位指标是熔地质、技术和经济概念为一体的综合性概念。合理的品位指标应是综合效益最佳的品位指标。也就是说, 按合理的品位指标开发利用矿床后, 能实现经济效益和资源效益、环境效益、社会效益的统一; 能实现宏观经济与微观经济效益、长远经济效益与当前经济效益的统一; 能实现经济效益与地质效果的统一。

3) 合理品位指标的制定是一个多目标、多方案的决策问题。因此, 可以用多目标决策方法——多目标方案决策优序法、灰色局势决策法和模糊综合评价法予以解决。多种决策方法的同时使用可以相互验证、互为补充、使评价方法更为明确、科学, 评价结果更加可靠。将 3 种现代数学方法用于品位指标的制定, 为品位指标的优化研究提供了新的途径。

4) 在拟定品位指标方案集时, 首先通过综合方法——类比法、统计分析法、0.618 法(黄金最优分割)、零净现值法、价格法等确定一套基本品位指标方案: 边界品位 1.0×10^{-6} , 块段最低工业品位 2.0×10^{-6} , 矿区最低工业品位 2.4×10^{-6} 。然后遵循技术上可行、经济上

* 本研究专题属陕西省地质矿产局“七五”地质科学研究项目。参加研究工作的还有杨昌明、杜国银、徐维昌、蒲关虎、刘兴泽、王麟角等同志。

合理，充分利用矿产资源等原则构造一组品位指标方案集。

5) 进行品位指标方案的优化决策时，决策指标及其权重的选取非常重要。决策指标选得太，实际上重点不突出；选得太少，则容易忽略对品位指标选择影响很大的指标。这里选取资源利用率、净现值、净外汇效果和国际竞争能力等5项指标作为决策指标。文中介绍了确定权重的一种新方法——熵权法，它是依据各决策指标对方案比较所起作用的大小赋予各决策指标不同的权重，克服了传统方法——德尔菲法的主观片面性。

6) 计算机化是实现品位指标优化研究快速、准确、可靠的有效手段，文中建立了品位指标优化系统，该系统由数据库、模型库和知识库3个部分组成。可完成4点操作：①按汉字、人机对话形式输入并修改原始数据，建立原始数据基础数据库；②通过建立If—then 阀模型，调用数据库的原始数据进行各种数据的分析与处理，包括各品位指标方案效益指标的计算；③根据专家的经验 and 知识，建立品位指标优化决策的决策指标体系，通过建立If—then 阀模型，可得出不同决策方法的品位指标的优化结果；④依据If—then 阀模型，按汉字报表形式，将需要的各种计算结果以报表——利润表、现金流量表、财务平衡表和净外汇效果表的形式自动输出。

(7) 双王金矿八号矿体合理的品位指标方案为：边界品位 10×10^{-6} ，块段最低工业品位 2.4×10^{-6} ，矿区最低工业品位 3.2×10^{-6} 。按建议的品位指标开发该矿，其资源利用率 80.32%，总利润 18 043.61 万元、净观值 1 321.15 万元、净外汇效果 87 245.79 万元。可见，该矿床开发利用的资源效益和经济效益都是比较好的。同时，按建议的品位指标方案圈定矿体，矿体形态完整，符合矿床的矿化规律。因而，确定的品位指标方案是合理的。

(参考文献略)

(小资料)

$T_{\text{CHUR}}^{\text{Nd}}$ 年龄计算公式的推导

通过对地球早期所形成岩石的研究，人们认定原始地幔具有与球粒陨石相同的 $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 和 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比值，并用缩写 CHUR 表示“球粒陨石均一源区”。 $T_{\text{CHUR}}^{\text{Nd}}$ 是指各种岩石源区的稀土比值与 CHUR 产生差异的年龄。从 $T_{\text{CHUR}}^{\text{Nd}}$ 年前到现代，CHUR 和岩石样品 (S) 的演化可分别用下述两方程表示：

$$\left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}\right)_{\text{CHUR}} = \left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}\right)_{T_{\text{CHUR}}^{\text{Nd}}} + \left(\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}}\right)_{\text{CHUR}} (e^{\lambda T_{\text{CHUR}}^{\text{Nd}}} - 1)$$

$$\left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}\right)_{\text{S}} = \left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}\right)_{T_{\text{CHUR}}^{\text{Nd}}} + \left(\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}}\right)_{\text{S}} (e^{\lambda T_{\text{CHUR}}^{\text{Nd}}} - 1)$$

由于 $T_{\text{CHUR}}^{\text{Nd}}$ 年前时样品和 CHUR 的 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 值相同，从而可解得

$$T_{\text{CHUR}}^{\text{Nd}} = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{S}} - (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{CHUR}}}{(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{\text{S}} - (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{\text{CHUR}}} + 1 \right)$$

式中岩石样品和球粒陨石的同位素比值均为现代值。

(杨合群据《Rare earth element geochemistry》编译)